

# IoT를 활용한 사용자 맞춤형 보행보조기구 시스템

김송은\*, 안수현\*, 정가연\*

\*을지대학교 의료IT학과

songeun4939@naver.com, ansu7514@naver.com, jgy1209@naver.com

## A System of Customized Walking Aids based on IoT.

Song-Eun Kim\*, Su-Hyun An\*, Ga-Yeon Jeong\*

\*Dept. of Medical IT, Eulji University

### 요 약

본 논문에서는 IoT 기술을 활용한 사용자 맞춤형 보행보조기구 시스템을 제안한다. 아두이노 기반으로 제작하는 맞춤형 보행보조기구는 리니어 액추에이터, 솔레노이드, 블루투스, 가속도 센서 외 다양한 센서들로 기능을 제공한다. 안전한 환경 제공을 위한 야간 조도 조절과 토양 상태 파악을 통한 미끄럼 방지 및 계단 보행보조를 통해 2차 부상 방지를 목적으로 한다. 올바른 사용을 위한 균형 제어와 길이 제어 및 위생 관리가 가능하다. 또한 어플리케이션을 통한 대여시스템을 제공하여 맞춤형 기능을 선택하고 병원에서 환자 정보를 연동하여 편리한 시스템을 개발한다.

### 1. 서론

보행보조기구는 노인, 보행 장애 및 균형감각을 상실한 대상, 재활 치료 목적의 대상에게 광범위하게 사용되고 있다. 현대 사회는 고도의 발달된 의약 산업과 문명의 혜택으로 평균수명이 늘어나면서 고령화가 심화되고 있다[1]. 그 외에도 부상으로 인한 보행보조기구 사용은 지속적인 수밖에 없다. 이러한 보행보조기구는 목발, 워커, 지팡이가 대표적이며 본 연구는 가장 보편적으로 쓰이는 목발과 워커에 중점을 둔다.

현재 보행보조기구는 사용자에게 맞춰지지 않은 기준과 사용법을 명확히 숙지하지 못하여 불편함을 감수해야 하고 이로 인해 2차 부상으로 이어지기도 한다. 병원과 연계된 보행보조기구는 병원 외에는 사용할 수 없는 경우가 많아 별도로 구매하여야 하는 불편함이 있다.

따라서 본 연구에서는 사용자 맞춤형 보행보조기구 시스템을 제안한다. 다양한 센서로 길이 제어, 균형 제어를 구현해 올바른 사용법을 제시한다. 야간 조도 조절, 미끄럼 방지, 계단 보행 보조를 통해 2차 부상을 방지한다. 또한 병원과 연계되는 대여 어플리케이션을 구현해 구매하지 않아도 선별적인 기능 선택으로 편리한 보행보조기구 대여가 가능하도록 한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1. Arduino

아두이노(Arduino)는 대중적으로 가장 많이 사용되고 있는 오픈 소스 하드웨어로 다양한 웨어러블 컴퓨터 프로토타입 개발 및 차세대 디지털 기기 발명에 활용되고 있다[2].

#### 2.2. Firebase

Firebase는 모바일 어플리케이션 및 웹 어플리케이션 개발에 필요한 데이터베이스, 사용자 인증, 호스팅, 스토리지 등을 API의 형태로 제공하여 모바일 서버를 매번 구성하는 번거로움을 없애는 백엔드 서비스이다[3].

#### 2.3. Bluetooth

블루투스(Bluetooth)는 근거리 무선 통신 기술의 일종으로 블루투스 통신 기술의 특징은 기기 간에 동기화가 이루어져야 통신이 이루어진다는 점이며 기기 간에 주파수 호핑을 통해 시스템 간 전파 간섭을 회피하는 것이다[4].

#### 2.4. Linear Actuator

수평으로 선 운동을 하는 모터를 일컫는 리니어 액추에이터는 기계나 로봇이 직동운동을 필요로 하는 경우에 사용되며 솔레노이드도 이의 일종이다[5].

## 2.5. Solenoid Actuator

솔레노이드 액추에이터는 코일에 전류를 보내 자속을 발생시키고 그 자속을 이용하여 동력을 만들어 내는 장치로 자속의 자기저항 감소 성질을 이용하여 전기 신호를 직선운동으로 변환하는 장치이다[6].

## 3. 시스템 설계 및 구현

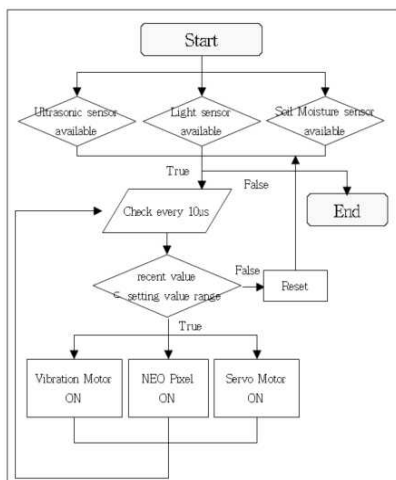
### 3.1. 시스템 디자인

본 논문에서는 아두이노를 이용하여 이용자의 현재 이용 상황 정보를 상세하게 수집하여 어플에 전달하고, 아두이노를 활용하여 거동보조기를 제어함으로써 사용자에게 편리한 거동과 올바른 거동보조기 사용법을 제시하고자 한다.

장애물 확인을 위한 초음파 센서, 보조기 길이 조절을 위한 리니어 액추에이터 등을 활용하여 사용자 맞춤형 보행보조기구 시스템을 제작했다. 본 제품의 기능을 블루투스 모듈을 통해 Android과 통신하도록 하여 기능을 제공한다. 특히, 앞서 설계한 보행보조기를 대여·반납하여 효율적으로 사용할 수 있도록 Firebase를 통해 사용자 정보 기반 데이터베이스를 구성한다. 어플 사용자의 의도 및 사용자 데이터 등을 확인할 수 있으며 보행보조기를 대여할 수 있는 시스템을 제안한다.

### 3.2. 시스템 구현

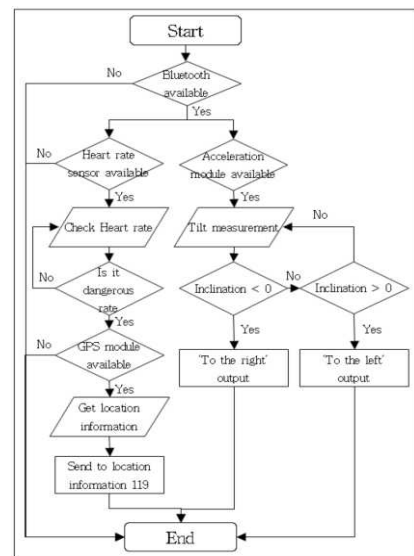
본 논문의 시스템은 Microsoft Windows 10 Home Premium K 64bit 운영체제에서 구현했으며, Android Minimum Required SDK는 API 24 : 7.0(Nougat), Target Android SDK는 API 29 : Android 10.0으로 구현하였다.



(그림 1) 초음파 센서, 조도 센서, 토양 습도 센서 알고리즘

위 그림 1은 심박도 센서로 측정된 심박도 정보와 가속도 센서로 측정된 기울기, GPS 모듈에서 측정된 거동보조기의 경도와 위도 정보를 블루투스를 사용하여 어플에 전송하는 알고리즘이다.

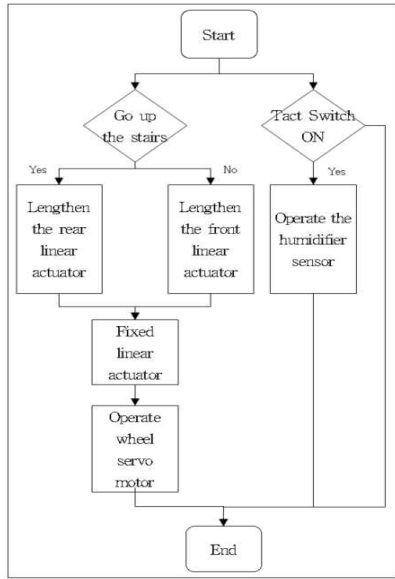
심박도 센서와 GPS 모듈, 가속도 센서의 작동 여부를 확인한다. 그 후 심박도 센서는 심박도를, GPS 모듈은 경도와 위도, 가속도 센서는 기울기 정보를 받도록 하였다. 사용자가 위험 구역에 있거나 위험한 심박도가 측정될 경우 어플에 팝업창이 뜨도록 설정했다. 또한, 기울기가 오른쪽으로 기운 경우에는 '왼쪽으로'라는 문구를, 왼쪽으로 기운 경우에는 '오른쪽으로'라는 문구를 어플에 띄우도록 설정하였다.



(그림 2) 블루투스 모듈 알고리즘

그림 2는 장애물 감지, 조도조절, 미끄럼 방지 기능에 대한 알고리즘이다. 각 기능을 위해 필요한 감지 센서들이 동작 가능할 때, 현재 값이 설정 범위에 들어오면 기능을 수행할 부품들을 동작시켜 목적을 달성한다. 만약 현재 값이 설정 범위를 벗어나면 기능을 수행할 필요가 없다고 판단되어 값을 초기화하고 다시 받아온다. 이 기능들은 10μs마다 수행되는데 현실에 오차 없이 반영되도록 주기를 짧게 조절하였다.

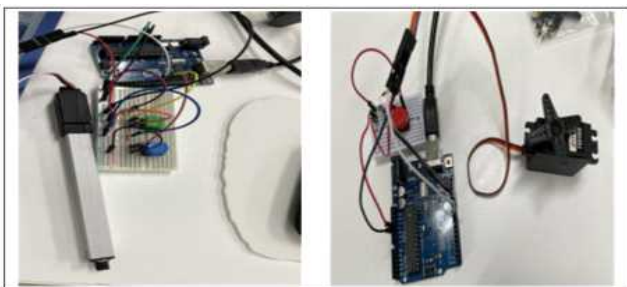
장애물감지 기능은 초음파 센서를 이용하여 초음파를 발사하고 되돌아올 때, 그 거리가 설정 값보다 작으면 장애물이 가깝다고 판단되어 3초간 진동모터를 작동해 피하도록 알림을 준다. 만약 초음파가 되돌아오지 않거나 거리가 설정 값보다 커지면 장애물이 없다고 판단하여 진동모터를 중지시킨다.



(그림 3) 리니어 액츄에이터, 바퀴 서보모터, 가습기 모듈 알고리즘

그림 3은 계단 이용 시 리니어 액츄에이터와 바퀴 서보모터를 제어하고 실내외 환경 전환 시 보행 보조기구를 소독하는 알고리즘이다. 버튼을 통해 계단을 오르는 상황이 인식되어질 때, 위커의 뒤쪽 리니어 액츄에이터의 길이가 길어지며 이 길이가 고정되면 바퀴 서보모터를 앞으로 천천히 작동시킨다. 또한 계단을 내려가는 상황이 인식되어질 때, 위커 앞쪽의 리니어 액츄에이터의 길이가 길어지며 같은 과정을 반복한다. 또한 텍트 스위치가 눌러진 것으로 판단되어지면 가습기 모듈을 작동시켜 보행보조기구가 연무소독 될 수 있도록 하였다.

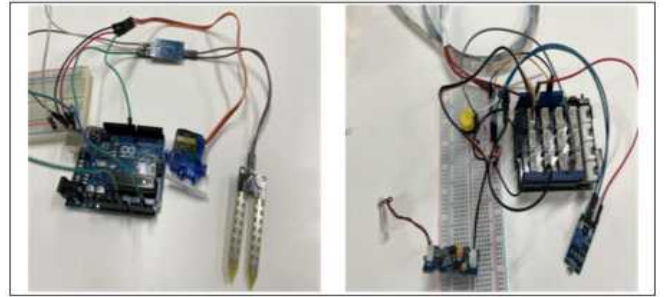
3.2. 시스템 구현 결과



(그림 4) 시스템 구현 결과1

그림 4의 왼쪽 그림은 리니어 액츄에이터 구현 결과로 스위치 두 개를 이용하여 계단을 오르내리는 상태 값을 받아 리니어 서보 액츄에이터를 제어한

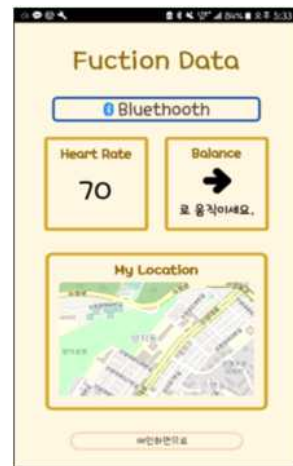
다. 초록 버튼을 누를 경우, 앞쪽 리니어의 길이가 늘어나도록 구현하였으며, 파란 버튼을 누를 경우, 뒤쪽 리니어 길이가 늘어나도록 구현하였다. 그림 5의 오른쪽 그림은 바퀴 서보 모터 구현 결과로 빨간 버튼을 누르면 서보 모터가 제어되도록 구현하였다.



(그림 5) 시스템 구현 결과2

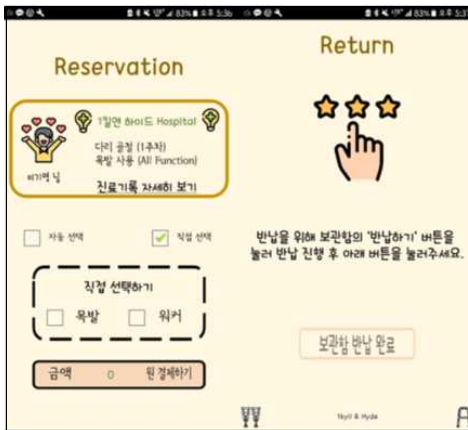
그림 5의 왼쪽 그림은 토양 습도 센서 구현 결과이며, 오른쪽 그림은 가습기 모듈과 조도 센서를 활용한 네오 픽셀 구현 결과이다.

조도 조절 기능은 조도 센서를 이용하여 현재 조도의 어두운 정도에 따라 네오 픽셀이 다른 밝기를 보이도록 한다. 10초마다 조도를 체크하여 설정 범위보다 밝으면 네오픽셀을 끈다. 미끄럼 방지 기능은 토양 습도 센서와 서보모터를 이용해 개발하였다. 토양 습도 센서를 이용하여 설정 습도보다 높으면 바닥이 미끄럽다고 판단하고 서보모터 작동하여 미끄럼 방지 장치를 내린다. 주기마다 수치를 측정하여 설정 습도보다 낮으면 다시 미끄럼 방지 장치를 넣는다. 가습기 모듈의 경우, 노란 버튼을 누를 때마다 Grove - Water Atomization v1.0을 통해 일정한량의 소독액을 분사할 수 있도록 제작하였다.



(그림 6) 어플 구현 결과1

그림 6은 보행보조기구 사용 시 발생하는 기능 데이터에 관련된 서비스를 제공하기 위해 제작된 어플 UI이다. 화면 상단 왼쪽에서는 수시로 변동하는 심박도를 확인할 수 있다. 오른쪽 상단에서는 보행보조기의 중심을 맞춰 사용할 수 있도록 가속도 센서에서 받은 센서 값을 출력하도록 제작하였다. 화면 하단에는 또한 GPS로 측정된 보행보조기구의 위치를 확인할 수 있다.



(그림 7) 대여·반납화면

그림 7은 앞서 구현한 보행보조기구에 대해 대여·반납 서비스를 제공하기 위한 안드로이드 어플리케이션 화면이다. 왼쪽 화면은 대여하는 화면으로 사용자의 상태에 따라 자동으로 대여 항목이 선택되도록 하거나 직접 사용자가 원하는 항목을 선택할 수 있다. 직접 선택하는 경우 목발과 워커 두 가지를 선택할 수 있으며 기능으로는 크게 자동조절, 환경제어, 계단 보행 보조, 자동 위생 관리 등이 있다. 오른쪽 화면은 반납 화면으로 보관함의 반납 버튼을 눌러 반납을 진행한다. 이때, 반납되는 보행 보조 기구의 상태 확인을 위해 사진을 찍어 Firebase를 통해 저장하여 반납한다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 아두이노와 안드로이드 어플리케이션 통신을 기반으로 하여 사용자 맞춤형 보행보조기구 대여시스템을 개발하였다. 환자에 따라 상이한 보행보조기구의 기능이 요구되어지고 그에 따른 보행보조기구 구비에 사용자의 불편함이 발생한다. 따라서 본 시스템에서는 진단결과에 맞는 기구를 대여하기 위해 보행보조기구의 기능을 다양하게 한다. 리니어 액추에이터와 서보모터를 통해 길이제어, 균형제어를 구현하고 아두이노의 다양한 센서들과 안

드로이드 어플리케이션을 연결하여 사용자에게 알람을 준다. 이러한 기능들을 진단에 따라 올바르게 대여하여 사용하면 2차 부상을 방지할 수 있고, 보행보조기구를 올바르게 편리하게 사용할 수 있을 것으로 기대되어진다.

향후 본 논문에서 구현된 프로토타입을 기반으로 실제 병원 데이터와 연동하여 데이터베이스를 구축하고, 그에 대한 정보를 활용해 치료 상태에 따른 기구를 사용할 수 있도록 실용화 시키면 정확한 진단에 따른 치료로 환자의 회복기간을 단축시킬 수 있을 것으로 기대되어진다.

※ 본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.

#### 참고문헌

- [1] Hee-Soung Lee, Soon-Ho Kwon, "Problems and Suggestions of Welfare System for the Elderly in Super-aged Society", The Journal of labor law, Vol.50, pp. 1-29, 2020.
- [2] 네이버 지식백과, 아두이노 우노(R3), <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=5660822&cid=61231&categoryId=61231> (2021.09.10.)
- [3] Sang-min Lee, Hyeok-Chan Kwon, Hyun-Tae Kim, Jung-Hun Lee, Dae-Hyeon Bong, Byoung-Woo Oh, "Time and Space Notification Service Using Geofenc", Proceedings of KIIT Conference, pp.315-319, 2020.
- [4] Cheol-ho Lee, Soon-Wook Choi, Tae-Ho Kang, Jin-Oh Jun, Cheong-jin Ahn, Tae-gun Song, "Assessment for Applicability of BMN (Bluetooth Mesh Network) in Underground Construction". Journal of Korean Geosynthetics Society, Vol.19, No.4, pp. 6-13, 2020.
- [5] 네이버 지식백과, 리니어 액추에이터, <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=1264690&cid=40942&categoryId=32335> (2021.09.10.)
- [6] Sung-Bae Jun, Jin-Hwan Lee, Yong-Jae Kim, Sang-Yong Jung. "Design of Improvement Performance of Solenoid Actuator", Journal of The Korean Institute of Electrical Engineers, pp.59-61, 2017.